

理 科 (地)

(問 題)

2025年度

〈2025 R07190015 (理科 (地))〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～11ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. 記述解答用紙記入上の注意
 - (1) 記述解答用紙の所定欄（2カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入すること。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
 - (3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入すること。

数 字 見 本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離さないこと。
7. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
8. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

I

南極大陸に関する次の文章と図を参照し、問1～問8に答えよ。

南極大陸は世界で5番目に広い大陸であり、その大地のほとんどは氷で覆われている。このような大地を覆う氷の塊を氷床とよぶ。氷床の厚さは最大4000 mに達し、現在地球上にある氷の約90 %が南極大陸に集中しており、もし南極大陸の氷が融けると、^a海面は約60 m上昇すると推定されている。また、氷床の荷重が無くなることから、南極大陸は **ア** する。氷床を鉛直方向に掘削して円筒状のアイスコアを採取し、氷の中に取り込まれた気体を分析することによって、氷の形成年代と、その当時の大気組成が調査されている。例えば気体中の酸素と水素の同位体比、二酸化炭素やメタン濃度、微粒子（ダスト）の濃度などが測定されている。それらのうち、酸素には3種類の安定同位体が、また水素には2種類の安定同位体が存在する。ただし、酸素の99.757 %は ^{16}O が占め、水素の99.9885 %は ^1H である。 ^{18}O は ^{16}O に比べてわずかに重く、 ^2H は ^1H に比べて質量が **イ** 倍であることから、 ^{18}O や ^2H を含む水は図1に示すように相対的に蒸発しにくい。つまり、海水が蒸発するとき、 ^{16}O や ^1H の水蒸気中の割合が選択的に **ウ** なる。このことから、寒冷な気候で降り積もった雪が長時間かけて氷床を発達させると、 ^{18}O や ^2H の割合は氷床で **エ** し、海水中の ^{18}O や ^2H 濃度は **オ** する。以上より、アイスコアの酸素や水素の同位体比を調べることで、南極における気温の長期変化を明らかにすることができる。

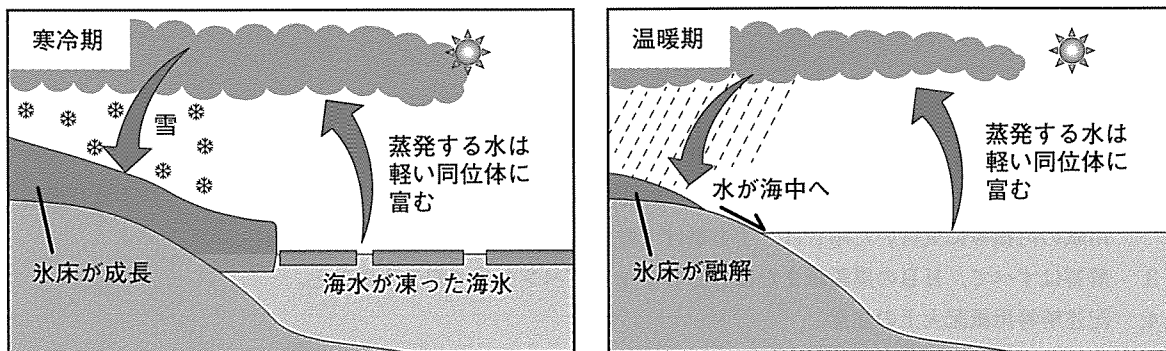


図1 酸素や水素の同位体比が南極での過去の気候変動を記録するしくみ。

図2 A, Bは、南極のアイスコアに記録された過去70万年間の酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}$)と水素同位体比($\delta^2\text{H}$)の変化をグラフにしたものである。 $\delta^{18}\text{O}$ および $\delta^2\text{H}$ は各々標準試料(VSMOWとよばれている標準平均海水)に対する割合で示し、

$$\delta^{18}\text{O}(\text{‰}) = 1000 \times \left[\frac{\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{分析試料}}}{\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{標準試料}}} - 1 \right]$$

$$\delta^2\text{H}(\text{‰}) = 1000 \times \left[\frac{\left(\frac{^2\text{H}}{^1\text{H}} \right)_{\text{分析試料}}}{\left(\frac{^2\text{H}}{^1\text{H}} \right)_{\text{標準試料}}} - 1 \right]$$

で表す。グラフの上に行くほど **カ** な気候、下へ行くほど **キ** な気候であったことを示し、グラフの極小値付近が **ク** を示す。最近の極小値の時代は2万年前ごろであり、その後気温が **オ** し、およそ1万年前の **ケ** のピークの時期は過ぎていることを示している。

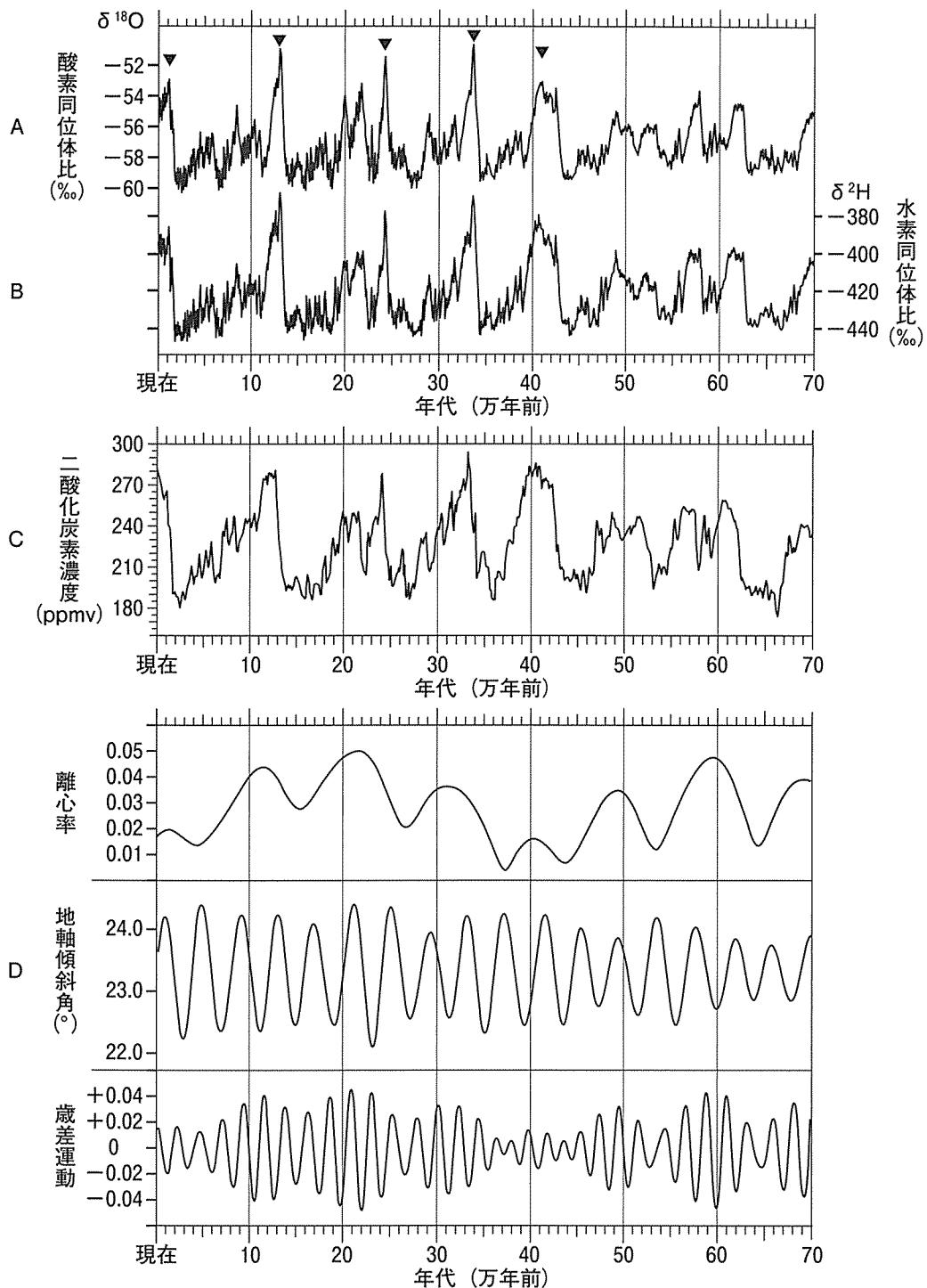


図 2 A, B : 酸素および水素同位体比の時間変化 C : 二酸化炭素濃度の時間変化 D : ミランコビッチサイクル
時間軸はすべて新しい方向を左側にとる。‰は千分率, ppmv は体積の百万分率を示す。

(文献 : A: Watanabe et al., 2003, *Nature* 422, 509–512, Kawamura et al., 2007, *Nature* 448, 912–916, および Dome Fuji Ice Core Project Members, 2017, *Science Advances*, 3, e1600446, B: Bazin et al., 2013, *Clim. Past.*, 9, 1715–1731, C: Bereiter et al., 2015, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 542–549, Uemura et al., 2018, *Nature Comm.*, 41467–018–03328, D: Laskar et al., 2004, *Astronomy and Astrophysics*, 428, 261–285, <https://biocycle.atmos.colostate.edu/shiny/Milankovitch/>, をもとに作図)。

図 2 C は、南極のアイスコアの中に取り込まれた気体の分析から得られた過去 70 万年間の大気中の二酸化炭素濃度の変動を示す。この図の極大値と極小値の時期は、図 2 A, B に示された同位体変動（気温の変化）と非常によく一致している。

図 2 D の 3 つのグラフは地球の天体運動に関わる変動を示しており、ミランコビッチサイクルとよばれるものである。これらの変動は地球が太陽から受ける日射量の変動に関わることから、気温の変動サイクルに複合的に関わりがあると考えられている。離心率 e は、図 3 に示すように地球の公転軌道が楕円を描くことから、楕円軌道の長半径を a 、短半径を b 、楕円軌道の中心と焦点（太陽）までの距離を c としたときに、次の式で表される。

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = \frac{c}{a}$$

地球が太陽の周りを公転する際、その楕円軌道の近日点で公転速度は コ となる。地軸傾斜角（赤道面と黄道面のなす角度）は現在 23.4° であるが、時間とともに $22.0^\circ \sim 24.5^\circ$ の間で変動する。歳差運動とは、コマの首振り運動のように自転する物体の回転軸が円を描くように振れる現象である（図 3 参照）。歳差運動の回転方向は、地球の自転方向と サ である。

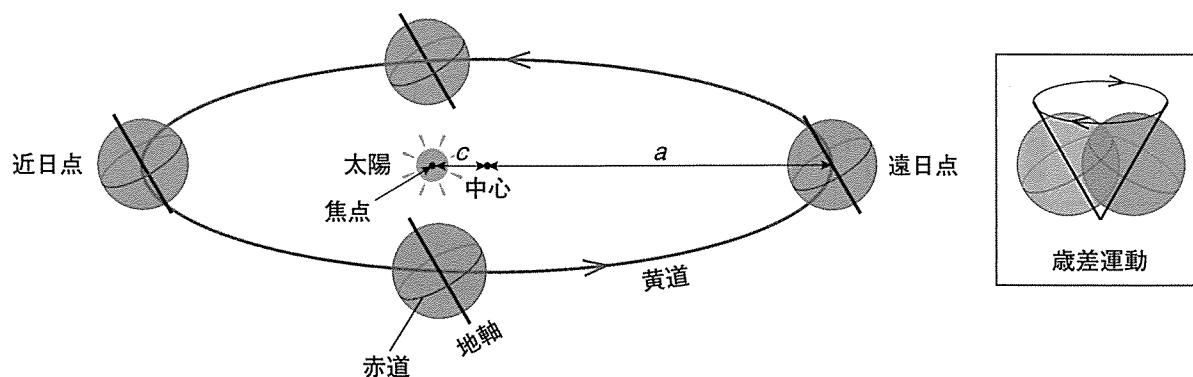


図 3 地球の公転軌道と地軸の傾斜および歳差運動の説明図。 a は楕円軌道の長半径、 c は楕円の中心から焦点までの距離。

図 4 は、南極で掘削したアイスコアを分析した結果（黒点）と、南極での大気的直接観測から得られた年平均濃度（実線）を合わせた二酸化炭素濃度の変化を示す。この図に示された大気中の二酸化炭素濃度は、現在の間氷期のほとんどの期間にわたってほぼ 280 ppmv で安定していたが、18 世紀後半の産業革命以降徐々に増え、その傾向は 1960 年以降に徐々に強まり、2020 年の南極の二酸化炭素濃度は 408 ppmv に達している。

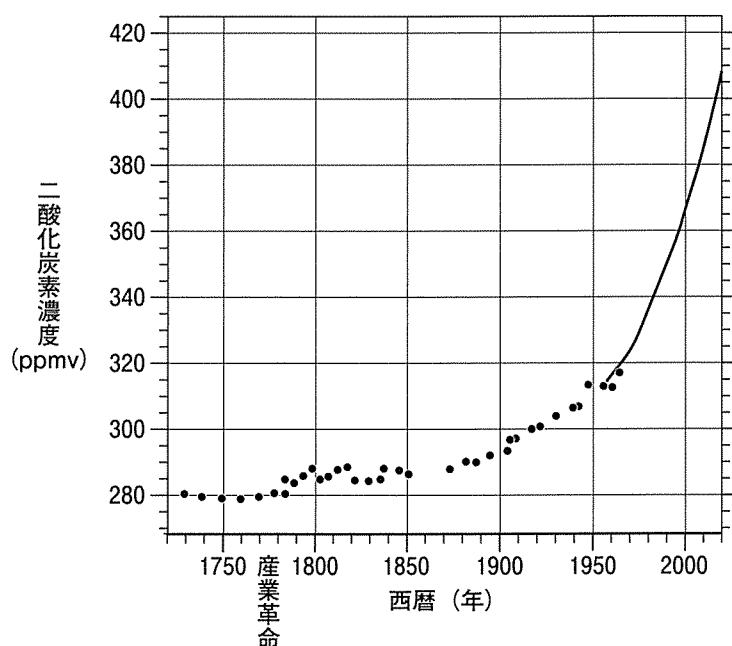


図 4 南極における産業革命以降の二酸化炭素濃度の時間変化（文献：川村，2013，天気，61，929 および国立極地研究所と東北大学の最近の成果 <https://nipr-blog.nipr.ac.jp/jare/20230607post-370.html> をもとに作図）。

- 問1 本文中の空白の ア および ウ ～ サ を埋める適切な語句を下から選び解答せよ。また、イ には適切な整数を入れよ。
- (隆起 沈降 多く 少なく 増加 減少 温暖 寒冷 氷期 間氷期 最大 最小 同じ 逆)
- 問2 下線部 a に関連し、北極海の氷が融けても海面上昇は引き起こさない。その理由を説明せよ。
- 問3 図2 A, B に示された酸素と水素の同位体比の変動曲線 (= 気温の変化) は極めて類似している。これらのうち、図2 A の▼印で示したグラフの極大値の大まかな周期 (単位は万年) を読み取り解答せよ。また、その周期に類似する地球の変動に関わる項目を図2 D から1つ選択せよ。
- 問4 中緯度～高緯度地方に四季が生じる原因として、図2 D に示した3つの項目のうち最も影響が大きいものを1つ選べ。
- 問5 図3 に示された地球の公転軌道と地軸の傾きの場合、遠日点の南極の季節は四季のうちのいつか。また、北半球における春分点から秋分点までの期間と秋分点から春分点までの期間はどちらが長い。
- 問6 図3 に示された近日点や遠日点の季節は数万年単位で入れ換わる。その変化をもたらすものを図2 D に示した3つの項目から1つ選べ。
- 問7 地球－太陽間の平均距離を1天文単位としたときに、金星－太陽間の平均距離を約0.71天文単位とする。金星の公転周期は、金星の自転周期の約何倍になるか。適切な数値を下から1つ選べ。ただし、金星の自転周期は地球における243日とする。
- 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8
- 問8 図4 に示された1980年から40年間の二酸化炭素濃度の年増加率 (ppmv/年) はどの程度か。また、この増加率は、2万年前 (図2 C 参照) から産業革命前 (図4 参照) の間の増加率と比べておよそ何倍であるか。整数で答えよ。

Ⅱ 太陽系内の小惑星に関する次の文章を読んで、問1～問6に答えよ。

小惑星探査機「はやぶさ」は、地球を飛び立ち、小惑星イトカワ（図1）の探査を行った探査機である。小惑星とは、太陽系の惑星よりも小さく、太陽を周回する公転軌道をもつ岩体である。多くの小惑星は、火星と木星のあいだを通る公転軌道をもつ。なかでも小惑星イトカワは、地球の近傍を通る軌道で公転していることもあり、小惑星を構成する岩石等を直接採取する計画の候補の一つとして選定された。「はやぶさ」は、そのための探査機で、2006年にイトカワから岩石試料を採取し、2010年に地球に持ち帰ることに成功した。小惑星は、小惑星表面で反射され地球に入射する電磁波のスペクトルの特徴から、C型、M型、S型などに区分されている。C型は炭素質（Carbonaceous）に、M型は金属（Metal）に、S型はケイ酸塩鉱物（Silicate）^{※1}に、富むことが知られている。イトカワはS型小惑星に分類される。

一方、隕石は、地球外の日体を構成していた岩石が地球に飛来したもので、多くの隕石の起源は小惑星と考えられている。隕石は、その形成過程や構成物質からいくつかの型に区分されている（表1）。地球に飛来する隕石の多くはコンドライトである。コンドライトの中でも、特に多くみられるのは、金属鉄の含有量が約20～30重量%のもので、これらを普通コンドライトとよんでいる。イトカワのようなS型小惑星は、普通コンドライトの母天体であると考えられており、太陽系形成初期の状態をそのまま保存・記録していると考えられている。

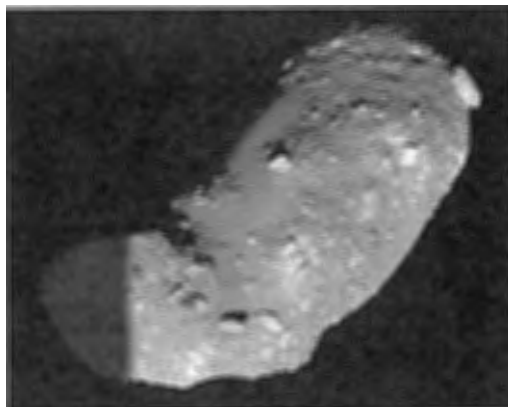


図1 「はやぶさ」から撮影された小惑星イトカワの画像。大きさは、およそ540 m × 270 m × 210 m。Fujiwara et al., 2006, *Science*, 312, 1330-1334の一部を使用。

表1 形成過程と構成物質による隕石の区分

構成物質による区分	石質隕石	石質隕石	石鉄隕石	鉄隕石
石質隕石の小区分	コンドライト	エコンドライト		
形成過程による区分	太陽系形成初期の金属や岩石からなる粒子がそのまま凝集し固体となった岩体	一定程度の大きさに成長した小惑星内において、構成物質が溶融・再固結し、岩石質部（石質隕石）、金属質部（鉄隕石）、岩石質部と金属質部の境界の物質（石鉄隕石）が破片化して形成された岩体		

「はやぶさ」計画に先立ち、地球上の望遠鏡を用いて、イトカワの表面で反射した太陽光の可視光・赤外線スペクトルが観測された。図2に示すイトカワのスペクトルは、1 μmと2 μm付近に反射スペクトルの極小（吸収）があり、隕石として地球に飛来し、実験室で観測された普通コンドライトの平均的なスペクトルと似ていることがわかる。普通コンドライトのスペクトルの1 μmと2 μm付近の吸収は、カンラン石（ $[\text{Fe}, \text{Mg}]_2\text{SiO}_4$ ）^{※2}とCa含有量の低い輝石（ $[\text{Fe}, \text{Mg}] \text{SiO}_3$ ）という鉱物の存在に起因するものである。普通コンドライトのその他の主な鉱物はトロイライト（FeS）、FeやNiに富む金属、長石（ $[\text{Na}, \text{Ca}, \text{K}][\text{Si}, \text{Al}]_4\text{O}_8$ ）である。

しかし、イトカワと普通コンドライトの反射スペクトルが完全に一致するわけではない。イトカワのスペクトルは、

波長が長くなるにつれて反射率が高くなる傾向があり、この現象はレッドスロープとよばれている（図2）。普通コンドライトの平均的なスペクトルには、1 μm と 2 μm 付近に吸収があるが、波長に相関した反射率の増加傾向、すなわちレッドスロープは認められない。

「はやぶさ」探査以前は、イトカワは普通コンドライトと同じ岩石できており、イトカワのスペクトルにレッドスロープがみられるのは、宇宙風化作用によるものと想定されていた。宇宙風化とは、地球とは異なり、大気や磁場に守られていない、宇宙空間にさらされた岩体が影響を受ける作用である。宇宙風化作用では、太陽から放射状に吹き出す電子や陽子、その他のイオン等の集合体である太陽風との相互作用によって、岩石中の鉱物に変化する。また、太陽風だけでなく、塵のような大きさの固体粒子（宇宙塵）が岩石の表面にぶつかり、微小な衝突（マイクロインパクト）を与えて、岩石中の鉱物を変化させることがある。「はやぶさ」探査以前から、宇宙風化には太陽風と固体粒子の微小衝突が重要であることはわかっていたが、小惑星の宇宙風化によって、元の鉱物がどのように変化するのかについてはわかっていなかった。

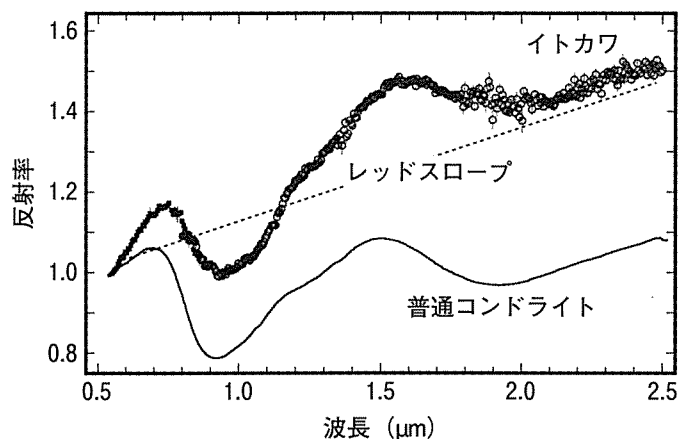


図2 地球上の望遠鏡で観測された、可視光および赤外線領域におけるイトカワの反射スペクトルと、地球に飛来した普通コンドライトの反射スペクトル。反射率は、0.55 μm を 1.0 としたときの強度。破線はレッドスロープを示す。Binzel et al., 2001, *Meteoritics & Planetary Science*, 36, 1167-1172 を改変。

「はやぶさ」が小惑星イトカワから持ち帰ったサンプルは、以下のような疑問を検討するために解析された。(1)イトカワは普通コンドライトに似た岩石で構成されているのか？(2)イトカワの表面の粒子には宇宙風化の痕跡があるか？(3)小惑星イトカワと普通コンドライトの反射スペクトルの違いは、宇宙風化作用によるものか？(4)イトカワの表面の粒子を詳しく観察することで、宇宙風化の具体的なプロセス（宇宙風化のしくみ）がわかるか？

まず、普通コンドライトに多く含まれる鉱物（カンラン石、輝石、トロイライト、鉄やニッケル金属、長石）は、すべてイトカワの粒子に含まれていることが確認された。このように、イトカワの粒子を構成する鉱物組成と、普通コンドライトを構成する鉱物組成の共通性が高いことから、イトカワのようなS型小惑星が普通コンドライトの母天体であると解釈される。また、いくつかのイトカワの鉱物の表面には、宇宙風化作用により、本来の鉱物の結晶構造が非晶質（ガラス）に変化した、厚さ 10 nm 以下程度の薄い層が見られた。図3は、宇宙風化した輝石の透過型電子顕微鏡（TEM）³像である。結晶の表面付近（図3中のⅠ層）では、輝石の本来の結晶構造が非晶質（ガラス）に変化している。非晶質層の下には、非晶質と結晶質の輝石の混在層（図3中のⅡ層）が存在する。本来の結晶質輝石（図3中のⅢ層）は結晶表面から最も遠いところに存在する。

結晶質から非晶質への変化に加え、宇宙風化したカンラン石や輝石の表面には、金属や硫化物からなる微小鉄粒が確認された。微小鉄粒は、図3に示す非晶質層（Ⅰ層）に多く存在する。微小鉄粒は非晶質と結晶質の輝石の混合層（Ⅱ層）にも存在するが、結晶層（Ⅲ層）には存在しない。表面に近い微小鉄粒はFeに富む硫化物が主体であるのに対し、非晶質と結晶質の輝石の混合層にある微小鉄粒はFeに富む金属が主体である（図4）。

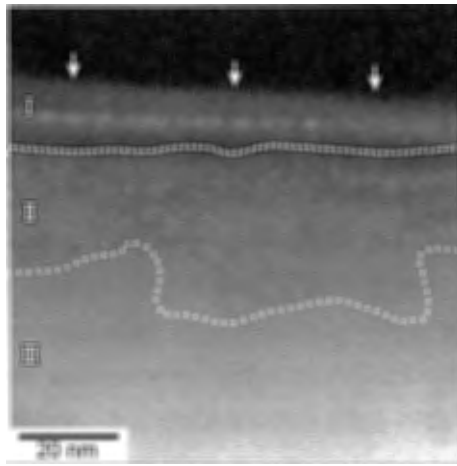


図3 透過型電子顕微鏡で観察された、イトカワから採取された輝石の表面付近に認められる宇宙風化作用の痕跡。白矢印は鉱物表面の位置を示す。鉱物内部のⅢ層は、結晶質の輝石からなる。Ⅱ層は非晶質と結晶質の輝石の混在層と直径1 nm 程度の微小鉄粒からなる。鉱物表面のⅠ層では、輝石の結晶はすべて非晶質のガラスと微小鉄粒に変質しており、鉄の微小鉄粒と硫化物の微小鉄粒に富む。Ⅰ層、およびⅡ層中の明るい部分が微小鉄粒である。Noguchi et al., 2011, *Science*, 333, 1121-1125 を改変。

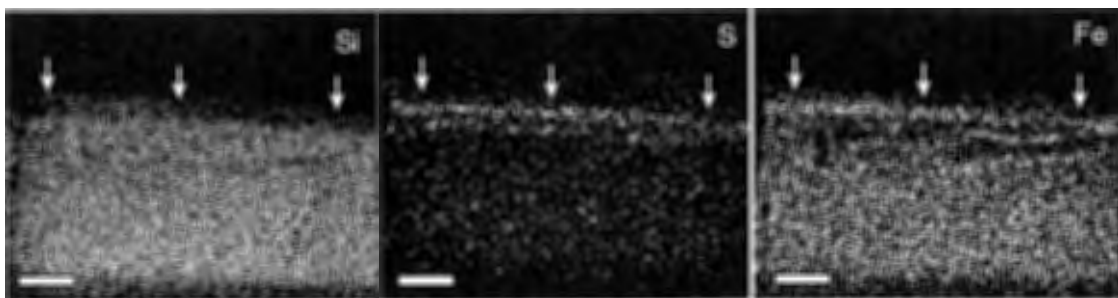


図4 イトカワから採取された、宇宙風化を受けた輝石表面部におけるケイ素 (Si)、硫黄 (S)、鉄 (Fe) 元素の分布。白矢印は鉱物表面の位置を示す。各元素について、より明るい領域はより多くの元素を含むことを示す。スケールバーは10 nm。Noguchi et al., 2011, *Science*, 333, 1121-1125 を改変。

分光反射率の理論的考察から、微小鉄粒が存在すると、長波長の輝度の増加（すなわち、レッドスロープ）を引き起こすことが示唆されている。したがって、普通コンドライトのスペクトルに対し、イトカワの可視光・赤外線スペクトルにレッドスロープがあることは（図2）、イトカワ粒子中の宇宙風化層に微小鉄粒が存在することが原因である可能性が高い。「はやぶさ」探査による、S型小惑星の構成物質の回収とその解析以前に考えられていた、(1)イトカワは普通コンドライトに似た岩石で構成されているのか？(2)イトカワの表面の粒子には宇宙風化の形跡があるか？という疑問は、イトカワから回収された試料によって明らかにされた。

一般に、イトカワのような小惑星に存在するカンラン石や輝石の結晶中の鉄原子は、元来、FeOとして存在する。太陽風による宇宙風化では、小惑星表面への電子の照射や、粒子表面への H^+ を含むイオンの注入によってFe-O結合を変化させる。これらのイオンと電子が、本来のカンラン石や輝石で成立している電荷のバランスを崩す。さらに、太陽風の照射の効果として、固体を物理的に小さく破壊すること（スパッタリング）や、結晶構造を破壊して非晶質化させることがあげられる。スパッタリングや結晶を非晶質化させる効果は、微小粒子の衝突でも同様に生ずる。さらに、微小粒子の衝突は結晶粒を加熱・蒸発させ、気体原子を発生させる。移動性の気体に含まれる原子は、蒸気として衝突場所から運ばれ、別の表面で再度固体となることもある。

注1 ケイ素と酸素を主とする鉱物群。

注2 $[M_1, M_2]X$ の化学式で表される固体を固溶体といい、複数の元素、ここでは M_1 と M_2 、が様々な比率で均質に溶け合って形成される固体である。例えば、炭酸カルシウムは CaCO_3 であるが、他の炭酸塩鉱物である炭酸マグネシウム (MgCO_3) と固溶体を形成する。その場合、 $[\text{Ca}, \text{Mg}]\text{CO}_3$ と表記される。この場合、炭酸カルシウムの Ca が Mg で置換されることで、互いに混じり合う。 CaCO_3 と MgCO_3 を端成分として Ca と Mg は様々な比率で混合し、 Ca が 50 % で Mg が 50 % の場合は、 $[\text{Ca}_{0.5}, \text{Mg}_{0.5}]\text{CO}_3$ と表記される。

注3 試料（例えば岩石の薄い切片）に電子線をあて、透過した電子線の強度から、試料内での電子線の透過率を可視化することで試料の状態を観察する機器。

問1 イトカワの試料の観測による宇宙風化のメカニズムに関する以下の文章を読み、ア から オ にはいる最も適切な語を、①から⑪のなかから選べ。

イトカワに存在するカンラン石と輝石は、元来は ア を含まないが、宇宙風化にさらされた非晶質層には薄い イ の層が存在する。これは イ を形成するのに必要な元素やその他の元素が、おそらく ウ に対する微小粒子の衝突により発生した気体として粒子表面を移動し、被覆したことを示唆している。一方、鉱物表面下の部分的に非晶質となった層では、鉄に富む粒子はほとんどが エ であり、おそらくカンラン石や輝石中に元来存在していた FeO が、その場で オ されたことで形成されたものと思われる。

- | | | |
|---|---|------------|
| ① 硫黄 | ② マグネシウム | ③ 硫化物の微小鉄粒 |
| ④ 金属の微小鉄粒 | ⑤ カンラン石 ($[\text{Fe}, \text{Mg}]_2\text{SiO}_4$) | |
| ⑥ 輝石 ($[\text{Fe}, \text{Mg}]\text{SiO}_3$) | ⑦ 長石 ($[\text{Na}, \text{Ca}, \text{K}][\text{Al}, \text{Si}]_4\text{O}_8$) | |
| ⑧ Fe や Ni からなる金属 | ⑨ トロイライト (FeS) | ⑩ 酸化 |
| ⑪ 還元 | | |

問2 宇宙風化にさらされた輝石の表面下には、非晶質／結晶質の混合層（図3のⅡ層）に微小鉄粒が存在する。長石が宇宙風化にさらされた場合について、金属からなる微小鉄粒の存在量について考えよ。

- (i) 輝石と比べたときの、長石中での微小鉄粒の存在量について、以下の①から③のなかから一つ選べ。
(ii) 上記 (i) となる理由を説明せよ。

- | | | |
|---------|--------------|---------------|
| ① 同じになる | ② 長石のほうが多くなる | ③ 長石のほうが少なくなる |
|---------|--------------|---------------|

問3 太陽風は太陽から放射状に拡がっており、太陽から遠くなるにつれて分散している。地球近傍での太陽風の密度は、 1.0 cm^3 あたり 6.0 陽子粒 ($\text{proton}/\text{cm}^3$) とする。現在のイトカワは、地球に似た公転軌道に位置しているが、イトカワの軌道計算のモデルからは、イトカワの位置が、地球から太陽までの距離の2倍程度の位置にまで変化することも知られている。イトカワが太陽から地球までの距離の2倍の距離に位置した場合、そのときのイトカワ近傍における太陽風中の陽子の密度 ($\text{proton}/\text{cm}^3$) を計算せよ。

問4 太陽風の照射や宇宙塵の微小衝突は、地球上の岩石に対し宇宙風化作用を及ぼすかを考える。

- (i) 地球上での宇宙風化作用について、以下の①から③のなかから最も適切なものを一つ選べ。
(ii) 上記 (i) となる理由を説明せよ。

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| ① 現在の地球上では宇宙風化作用はない | ② 現在の地球上でも宇宙風化作用はある |
| ③ 現在の地球上でも部分的に宇宙風化作用はある | |

問5 将来、イトカワが別の小惑星に衝突し、その衝撃で破片に分解されたとする。その結果、イトカワの内部にあり、過去にイトカワ表面に露出したことがない部分が新規に露出した場合、その面の反射スペクトルはどのようなになるか、以下の図のaからdのなかから選べ。

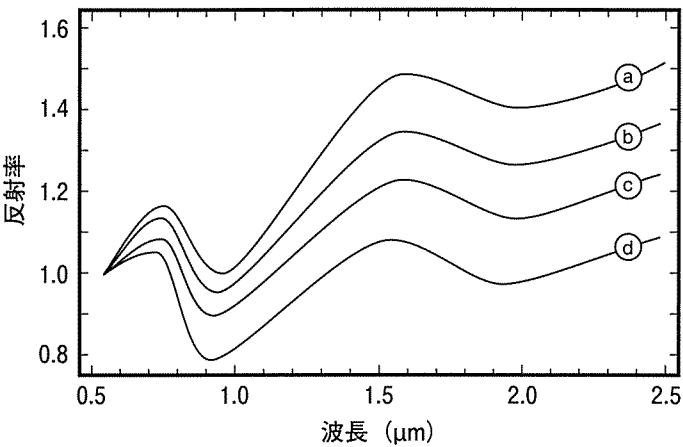


図5 イトカワ内部の仮想的な反射スペクトル

問6 月の岩石には宇宙風化作用が認められる。また、月の岩石には、輝石、カンラン石、長石が多く含まれるが、トロイライトや金属はほとんど含まれない。イトカワに存在する輝石と同様に、月に存在するほとんどの輝石にもFeOとMgOが含まれる。本文では、イトカワの輝石の宇宙風化について説明し、鉱物表面における結晶の状態を図3に示した。すなわち、微小鉄粒の形成と、輝石結晶の非晶質化である。月に存在する輝石が宇宙風化を受けた場合に形成されるⅠ、Ⅱ、Ⅲ層の微小鉄粒と結晶の非晶質化の状態について、以下の表の カ から ス に入る最も適切な語句を、以下の①～⑦のなかから選べ。ただし、カ、ク、コ、シは①または②から、キ、ケは③～④から、サ、スは⑤～⑦から選べ。おなじ数字を複数回用いても良い。なお、Ⅲ層の例は、参考のために示したものである。

月の輝石で予想される宇宙風化の作用		
	微小鉄粒の状態	結晶の非晶質化の状態
Ⅰ層	カ	コ
	キ	サ
Ⅱ層	ク	シ
	ケ	ス
Ⅲ層	・イトカワと類似している ・被覆する層により保護されている ・微小鉄粒は認められない	・イトカワと類似している ・被覆する層により保護されている ・非晶質部は存在しない

- ① イトカワと類似している
 ② イトカワとは異なっている
- ③ 硫化物の微小鉄粒に富む
 ④ 硫化物の微小鉄粒はほとんどない
- ⑤ 非晶質ガラスに富む
 ⑥ 輝石結晶と非晶質ガラスが混在する
- ⑦ 輝石結晶に富む

[以 下 余 白]

〈2025 R 07190015 (理科 (地))〉

受験 番号	万	千	百	十	一
氏 名					

(注意) 所定の欄以外に番号・氏名を書いてはならない。

問	I				II			
	a	b	c	d	e	f	g	h
採 点 欄								

〈2025 R 07190015 (理科 (地))〉

受験 番号	万	千	百	十	一
氏 名					

(注意) 所定の欄以外に番号・氏名を書いてはならない。

- 注 意
1. 受験番号 (算用数字)・氏名は指示に従ってただちに所定欄に記入し、それ以外に記入してはならない。

2. 解答はすべて下の解答欄に記入すること。欄外の余白には何も記入しないこと。欄外に何かを記入した解答用紙は無効となる場合がある。

3. 解答はHBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで書くこと。

4. 試験終了時にこの解答用紙を裏返して机の上に置き、指示を待つこと。

5. 計算器は一切使用してはならない。

理 科 (地) (解答用紙)

I

問 1	ア	イ	ウ	エ	オ
-----	---	---	---	---	---

a

問 1	カ	キ	ク	ケ	コ	サ
-----	---	---	---	---	---	---

b

問 2							
問 3	万年	項目：	問 4	項目：	問 5	季節：	の期間が長い

c

問 6	項目：	問 7	倍	問 8	ppmv/年	倍
-----	-----	-----	---	-----	--------	---

d

II

問 1	ア	イ	ウ	エ	オ
問 2	(i)	(ii)			

e

問 3	proton/cm ³				
問 4	(i)	(ii)			
問 5					

f

問 6	カ	キ	ク	ケ
-----	---	---	---	---

g

問 6	コ	サ	シ	ス
-----	---	---	---	---

h